卷 (Volume) 33,期 (Number) 1,总 (SUM) 120
页 (Pages) 94～104, 2009, 2 (February, 2009)

大地构造与成矿学
Geotectonica et Metallogenia

南天山区域大地构造与演化

李曰俊[1],杨海军[2],赵岩[1],罗俊成[2],郑多明[2],刘亚雷[1]
(1.中国科学院地质与地球物理研究所,北京 100029; 2.中国石油塔里木油田公司,新疆 库尔勒 841000)

摘 要:塔里木和中天山之间的南天山造山带,经历了复杂的构造演化与地壳增生过程。综合分析南天山造山带的构造、地层、古生物、岩石、地球化学和同位素年代学等方面的资料,特别是放射虫、蛇绿岩、蓝片岩等方面的最新研究成果,讨论了南天山的区域构造格局和演化过程。南天山主体为一上百公里宽的增生 - 碰撞混杂带 - 南天山(蛇绿)混杂带;其北侧为中天山岛弧,是仰冲壳楔;南侧为塔里木陆块,是俯冲壳楔。古南天山洋为一广阔的大洋,南天山碰撞造山作用起始于二叠纪末 - 三叠纪初,新近纪 - 第四纪进入陆内造山作用阶段。

关键词:中国南天山;(蛇绿)混杂带;增生楔;放射虫化石;高压变质带;火山弧;前陆盆地;碰撞造山;印支造山带
中图分类号: P542 **文献标识码**: A **文章编号**: 1001-1552 (2009) 01-0094-11

1 研究历史与现状

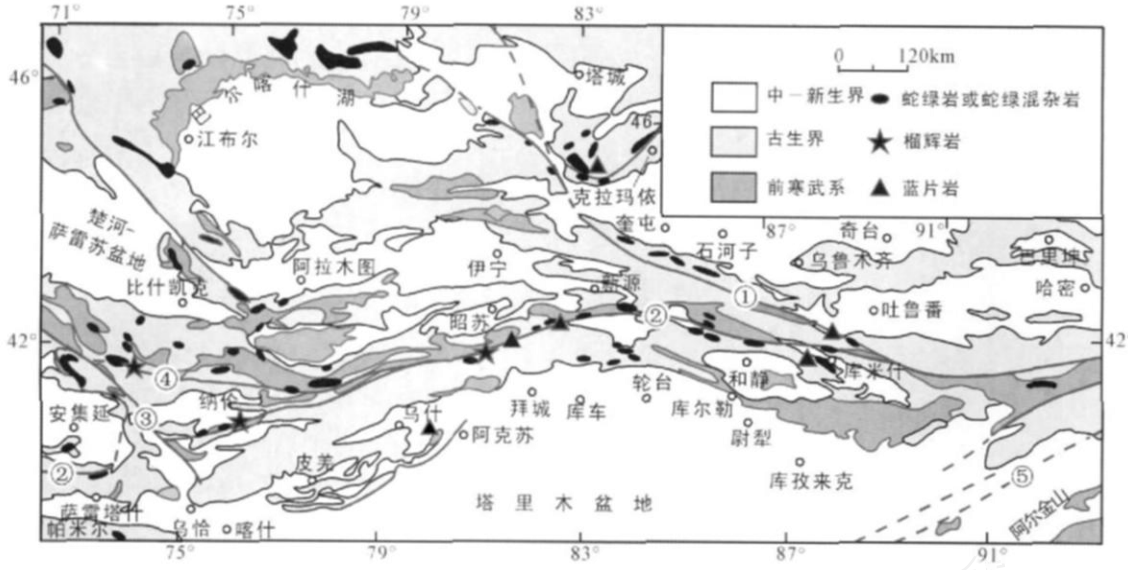
天山是横亘于中亚地区的一条重要的造山带,它向东收敛,向西撒开,全长 3000多公里 (图 1)。中国的天山山脉位于新疆中部,将新疆分为南疆和北疆;地质上划分为南天山、中天山和北天山。伊犁 - 中天山地块 (即中天山)将南天山和北天山分隔开。由于国内南天山、中天山、北天山的划分与境外迥然不同,所以,讨论境内天山地质时往往要冠以“中国”。本文重点讨论中国南天山的区域大地构造与演化。如不加特别说明,本文中的南、中、北天山都是中国的划分方案。

我国天山地质研究工作可以追溯到 19世纪末,至今已经有 130余年的历史。早期主要是国外地质学家所做的一些零星的路线地质调查和小面积的地质填图。有记载的最早的地质工作是 1875年穆什凯托夫进行的路线地质考察 (见 Suess, 1904)。Suess(1904)在其名著《The Face of the Earth》中论述了天山的地质构造,认为天山属于阿尔卑斯褶皱带。1926年纳利夫金将天山划分为时代不同的北弧、中弧和南弧,并认为天山的构造及岩浆作用从北向南迁移。1928年穆什凯托夫提出“天山运动”,划分出早石炭世末和晚石炭世末两个构造幕。1933年尼古拉耶夫提出,中天山弧和南天山弧之间是天山最重要的构造线,即所谓的“尼古拉耶夫线”(它是境外北天山和中天山的分界线)。1935 - 1937年,别良耶夫斯基沿木扎尔特河绘制了 1∶20万地质图,并发现蓝晶石和蓝闪石等矿物。1941 - 1943年西尼村编制了 1∶150万新疆地质图。

20世纪 30年代,中国学者逐渐开始了天山的地质考察,包括袁复礼、杨钟健 (1934),丁道衡 (1931),黄汲清、程裕淇、周宗浚等 (1943),宋叔和、关士聪 (1943),李承三 (1946)等。他们在地层、构造和矿产等方面都有重要的新发现。在构造方面的主要见解是黄汲清 (1954)的《中国主要地质构造单位》,系统论述了天山的地质构造特征,认为天山及其无数分支应属于华力西旋回的地槽褶皱带,天山是多旋回构造带。

收稿日期: 2008 - 08 - 30;**改回日期**: 2008 - 10 - 15
基金项目:国家“973”项目 (编号 2006CB202301)、中国科学院知识创新工程重要方向项目 (编号: KZCX3-SW-147)和国家“十五”重点科技攻关项目 (编号: 2004BA616A02)共同资助.
第一作者简介:李曰俊 (1962 -),男,博士,教授级高工,构造地质学和地层学专业. Email: yuejunleecheng@sina.com

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net



①-中天山北缘断裂带; ②-中天山南缘断裂带; ③-塔拉斯-费尔干纳断裂带; ④-尼古拉耶夫线; ⑤-车尔臣断裂

图 1　天山地质略图

Fig. 1　Simplified geological map of Tianshan

新中国成立后,新疆地矿局完成了一系列区域地质调查及填图,其中,以 1∶20万地质调查和填图最为系统、全面;并于 1993年总结出版了《新疆维吾尔自治区区域地质志》及附图;塔里木油田分公司在南天山山前地区完成的 1∶10万和部分 1∶5万石油地质调查与填图,以及大量油气勘探工作。黄汲清等 (1980, 1990)、王作勋等 (1990)、陈哲夫和梁云海 (1991)、陈哲夫等 (1997)强调天山多旋回构造演化的特征,提出了手风琴式开-合运动的概念;李春昱等 (1982)从板块构造的观点,提出中国南天山有三条不同时代的蛇绿岩及混杂堆积带,并认为古洋壳不断向北消减,北天山的石炭纪蛇绿岩带代表西伯利亚板块与哈萨克斯坦及塔里木板块的最终缝合带。许靖华等从多岛洋造山作用的角度重新认识和解释了天山和塔里木的地质构造格局和演化过程 (Hsu et al., 1994)。Sengor et al. (1993)提出增生弧造山带的概念,并命名为"阿尔泰型 (Altaid)造山带";国内学者称之为"中亚型造山带"。许多地质学家对于 (南)天山的地质构造作了专门的研究 (如,陈哲夫和吴乃元, 1985;张良臣和吴乃元, 1985;熊纪斌和王务严, 1986;廖卓庭等, 1990;肖序常和汤耀庆, 1992;郝杰和刘小汉, 1993;高俊等, 1993, 1994, 2006;高俊, 1997;李曰俊等, 1994, 2000, 2001, 2004;汤耀庆等, 1995;何国琦等, 1994;高长林等, 1995;卢华复等, 1996;周洪瑞等, 1998;赵光玉和李向东, 1998;姜常义等, 2001;周新源等, 2002;孙龙德等, 2002;舒良树等, 2002, 2007;金文正等, 2007;马华东等, 2008;程日辉等, 2006; Li et al., 2001, 2002, 2005; Lu et al., 1994; Chen et al., 1999; Yin et al., 1998; Bullen et al., 2001; Laurent-Charvet et al., 2002; Allen et al., 1992)。

目前,关于南天山的构造格局、南天山古洋盆的性质和闭合 (碰撞造山)的时间等关键地质构造问题的认识存在明显的分歧。中亚型造山带及其造山作用是当间构造地质界研究的一个热门课题,南天山是中亚型造山带的一个典型代表 (高俊等, 2006),而且南天山造山带的形成和演化过程对其自身的金属矿产,特别是 (北)塔里木盆地油气藏的形成和保存具有重要的控制作用。认真研究南天山的区域大地构造及其形成演化过程,其理论意义和现实 (经济)意义是不言而喻的。

2　南天山的主体为一蛇绿混杂带

关于南天山的构造属性,早期认为是冒地槽 (任纪舜等, 1980)。后来,从板块构造的角度认为南天山是塔里木古陆的被动大陆边缘,它与中天山之间的缝合带位于科克苏河-巴仑台-库米什一带,大致与中天山南缘断裂构造带一致 (图 1),出露的蛇绿岩包括:长阿吾子蛇绿岩、箐布拉克蛇绿岩、古洛沟蛇绿岩、乌瓦门蛇绿岩、库米什-榆树沟蛇绿岩等;该带以南的其它蛇绿岩 (如,库勒湖蛇绿岩、色日克牙依拉克蛇绿岩、独库公路 965公里蛇绿岩,

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

等)都是在碰撞造山的过程中,从科克苏河 - 巴仑台 - 库米什缝合带推覆过来的(郝杰和刘小汉, 1993;李曰俊等, 1994)。也有学者认为存在独立的南天山陆块。

本文认为,南天山的主体是一条宽大的(蛇绿)混杂带,我们称之为"南天山(蛇绿)混杂带"(图2)。南天山(蛇绿)混杂带的南界在托什罕河 - 库尔干 - 野云沟 - 库尔勒一带,北界在汗腾格里峰 - 科克苏河 - 巴轮台 - 库米什一带(大致相当于中天山南缘深断裂的位置)。该蛇绿混杂带,主要是古南天山洋的洋壳消减过程中形成弧前增生楔(增生杂岩),部分为伊犁 - 中天山岛弧与塔里木古陆碰撞造山过程中形成的构造混杂岩(李曰俊等, 2001, 2002, 2004;孙龙德等, 2002);其中可能还有古南天山洋中的洋岛、海山等的残留体。

2.1 南天山混杂带内的前中生代岩石基本上都是非史密斯地层

南天山(蛇绿)混杂带中的前中生代地层,虽然也已经进行了岩石地层和年代地层的划分与对比,但是,它们都是非史密斯地层,在传统的(台型)地层学研究思想方法指导下划分出来的岩石地层单元都是由不同时代的岩石组成的,它们是由构造作用(造山作用)而混杂到一起的,难以恢复完整的原始沉积地层层序,没有代表性的完整的地层剖面作为命名剖面(严格地说,不符合现代岩石地层单元命名的规范)。这是不同研究者、不同地质图件上对这些地层的划分与对比方案明显分歧的根本原因。乌帕塔尔坎群是一个典型的范例。

乌帕塔尔坎群,也有人称之为乌帕塔尔坎组(王作勋等, 1990),分布于南天山西段,主要为一套灰色、深灰色细碎屑岩,夹有碳酸盐岩、硅岩和杂色凝灰质砾岩、中 - 酸性火山岩(安山岩、石英斑岩等)和玄武岩,其中还分布有超基性岩块。以往关于乌帕塔尔坎群时代归属的依据主要是中酸性火山岩的灰岩夹层中所发现的 *Atrypa bodini Mansuy*, *Hypothyridina parallelepipedia* (Bronn)和 *Prismatophyllum hexagonum Yoh*等化石。作为该群主体的的碎屑岩中未发现化石。1∶20万地质图将该群归属志留系 - 中泥盆统;1∶400万中华人民共和国地质图将其归志留系 - 下泥盆统;1∶500万中国地质图和1∶500万亚欧地质图则将其与托什罕群等一起归于中泥盆统;而王作勋等(1990)则认为属于前泥盆系。

最近,乌帕塔尔坎群的硅岩中发现放射虫化石,包括以 *Albaillella* sp. cf *A. undulata* Deflandre, *Albaillella* sp. cf *A. paradoxa Deflandre*, *Albaillella* cf *A. deflandrei* Gourmelon和 *Albaillella* sp. cf *A. indensis* Won为代表的早石炭世早期的化石组合和以 *Albaillella* sp. cf *Albaillella excelsa* Ishiga, Kito and Imoto为代表的晚二叠世化石组合(李曰俊等, 2005)。乌帕

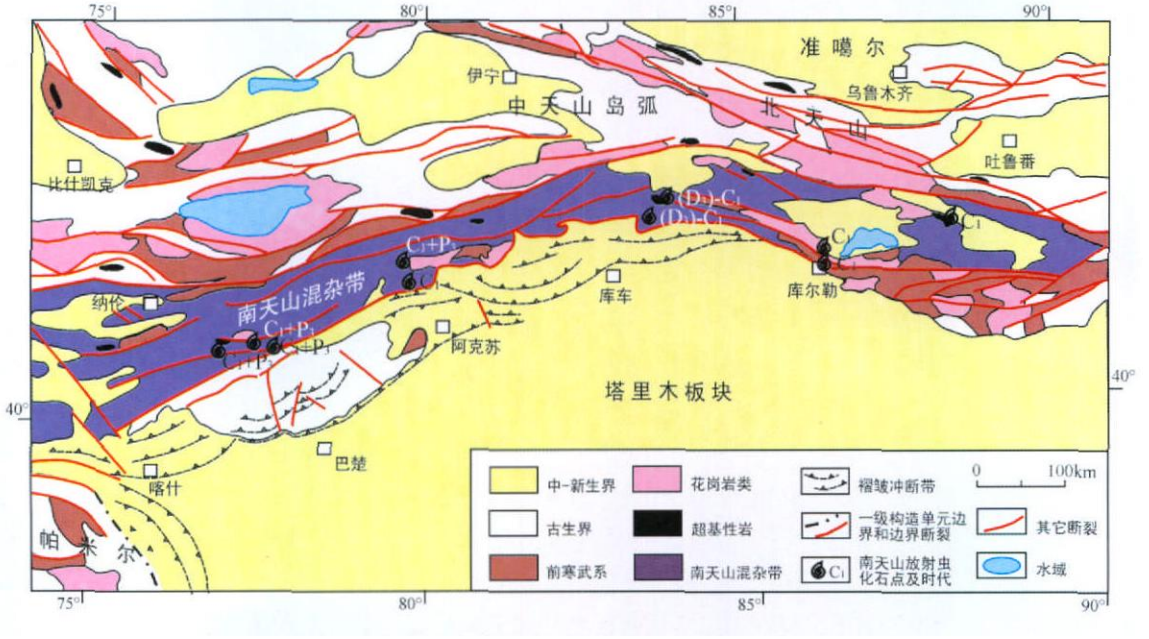


图 2 南天山及邻区构造单元划分及南天山混杂带的位置和分布

Fig. 2 Tectonic elements of Chinese South Tianshan and its adjacent areas, mainly showing the location and distribution of South Tianshan Mélange

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

塔尔坎群的安山岩获得 427.70 ±0.60Ma的 Ar-Ar坪年龄和 426.96 ±4.57Ma的等时年龄 (龚福华等, 2003)。这些新的时代资料说明,乌帕塔尔坎群是由不同时代的岩石组成的,已经可以确定的,不仅有志留系 - 中泥盆统,也有下石炭统和上二叠统,此外,尚不能排除有其它时代的岩石。一些列铁镁 - 超铁鎂质岩块分布于乌帕塔尔坎群中,根据其与放射虫硅岩共生的情况,基本可以判定其属于蛇绿岩;托什罕群呈一个个大型碳酸盐岩岩块产出于乌帕塔尔坎群之中 (可能是古南天山洋盆中的海山沉积。见后文);另外,还有强烈的构造变形 (紧闭褶皱、冲断构造、各岩块之间均为构造接触关系)。不同时代、不同地区、不同形成环境、不同岩石类型的岩石,由于构造作用 (碰撞造山作用)而混杂在一起,它们无法象稳定的台区地层 (史密斯地层)那样给出符合地层规范命名剖面,也难以建立 (或恢复)完整的原始沉积地层剖面。

以一个个大的岩块的形式分布于乌帕塔尔坎群之中的托什罕群 (吐古买提群),几乎完全由灰岩和大理岩化灰岩组成,岩性非常单一。乌帕塔尔坎群与托什罕群之间均为构造接触关系。在科科别勒达坂,托什罕群灰岩、大理岩化灰岩中见数条辉绿岩脉。托什罕群可能是南天山古洋盆中的海山沉积,现今为南天山混杂带中的一系列不同规模的外来岩块。

综上所述,我们认为乌帕塔尔坎群是非史密斯地层,是南天山 (蛇绿)混杂带的组成部分。同样的原因,我们认为南天山 (蛇绿)混杂带中的其它前中生代的岩石基本上都是非史密斯地层。

2.2　蛇绿岩和放射虫硅岩遍布整个南天山 (蛇绿) 混杂带

"蛇绿岩"一词最早是用来描述蛇纹岩。20世纪 60 - 70年代,随着板块构造学说的兴起,蛇绿岩逐渐成为一个引人注目的研究课题,研究取得了很大进展,认识也逐步趋于统一。地质学家几乎都赞成"蛇绿岩是古洋壳岩石圈板块的碎块,大陆造山带内出现的蛇绿岩代表了因俯冲作用而消失的、曾经存在过的古洋盆"的认识。1972年美国地质学会彭罗斯 (Penrose)会议将蛇绿岩定义为一种铁镁岩至超铁镁岩的共生组合,并以特罗多斯、岛湾、阿曼等典型蛇绿岩剖面为例,将一个完整的蛇绿岩剖面自底部向上描述为: ①"构造化橄榄岩"层 (又称"变质橄榄岩"层), ②"超镁铁堆积岩"层, ③"镁铁堆积岩"层, ④"浅色岩"层, ⑤"席状岩墙杂岩"层和 ⑥"枕状熔岩"层。该会议正式将蛇绿岩与板块构造联系起来,并认为一个完整的蛇绿岩剖面可以与现代大洋洋壳对比。但是由于造山带中的蛇绿岩是古洋壳的残余,多被构造作用肢解,很少见到层序完整的蛇绿岩。我们认为,造山带中的铁镁岩、超铁镁岩,即使不具备完整的蛇绿岩序列,只要是古洋壳的残余,都应该归属蛇绿岩的范畴。

南天山 (蛇绿)混杂带中分布的基性 - 超基性岩块,经前人专门研究,大都是古南天山洋壳的残余,即蛇绿岩,如长阿吾子蛇绿岩、箐布拉克蛇绿岩、古洛沟蛇绿岩、乌瓦门蛇绿岩、库米什蛇绿岩、霍拉山色日克牙依布拉克蛇绿岩、库勒湖蛇绿岩、满大勒克蛇绿岩、独库公路 965km蛇绿岩、黑英山蛇绿岩等 (张弛, 1981; 王作勋等, 1990; 郝杰和刘小汉, 1993; 汤耀庆等, 1995; 高俊等, 2006)。除这些广大地质工作者已经公认的蛇绿岩外,有些基性 - 超基性岩块因交通不便而缺乏专门研究,所以尚不为广大地质学家熟知,如托什罕河上游北侧的齐齐尔加纳克苏河 (托什罕河的一条小支流)超基性岩;还有许多蛇绿岩片未受重视或未被承认,如托什罕河上游科克别勒达坂一带的乌帕塔尔坎群中见多个玄武岩 - 放射虫硅岩的互层,这显然是洋壳的残片,属于蛇绿岩无疑。广泛分布于南天山的蛇绿岩是南天山 (蛇绿)混杂带的重要证据。

放射虫是典型的远洋生物,它不仅具有一般古生物化石的地质时代意义,放射虫化石和放射虫硅岩在大陆造山带中的出现说明曾经存在古洋盆,其在大陆造山带研究中跟蛇绿岩一样具有重要的意义。南天山众多放射虫化石点的发现 (图 2),是南天山 (蛇绿)混杂带成立的重要依据之一。

目前,南天山已经报道的放射虫化石点有 (自西而东): 齐齐尔加纳克苏河、科克别勒达坂、哈拉道克、库尔干、黑英山、库勒湖、欧西达坂 (独库公路 965km处)、古洛沟 (王作勋等, 1990; 新疆维吾尔自治区地质矿产局, 1993; 刘羽等, 1994; 汤耀庆等, 1995; 李曰俊等, 2002, 2004; 高俊等, 2006; 舒良树等, 2007; Liu, 2001; Li et al, 2001, 2002, 2005; Liu and Hao, 2006)。其中,库尔干化石点的放射虫化石产出于三叠系砾岩中的硅岩砾石 (李曰俊等, 2004)。另外,库尔勒、库米什、神木园等地也已经发现放射虫化石。这些放射虫化石点遍布于整个南天山 (蛇绿)混杂带,它们与蛇绿岩一样,是南天山古洋盆的遗迹,支持我们关于"南天山 (蛇绿)混杂带"的认识。

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

2.3 南天山(蛇绿)混杂带发育蓝片岩带

蓝片岩是典型的高压低温变质岩石,其形成的适当环境只存在于俯冲带和相关的汇聚板块边缘,一般认为,蓝片岩的形成与古洋壳的俯冲有关,通常被视作古洋壳消减带的标征产物。

南天山已经确定的两个蓝片岩带均位于南天山"蛇绿"混杂带中,它们分别是汗腾格里峰-科克苏河蓝片岩带和库米什蓝片岩带。

南天山的汗腾格里峰-科克苏河兰片岩带产出于科克苏群(一套绿片岩相变质的"槽"相碎屑岩夹火山岩)之中,其分布范围从东部的科克苏河流域向西一直延伸至到边境上的汗腾格里峰以待,并且继续向西延伸到境外。它可以说是世界上规模最大的蓝片言带之一,也是发现和研究最早的蓝片岩带之一(别良耶夫斯基 1935-1937年在木扎尔特河地区填图时发现兰闪石,据汤耀庆等,1995)。虽然这里交通不便,但是,该蓝片岩带的规模及其构造部位,依然引起了地质界的重视(陈哲夫和吴乃元,1985;郝杰和刘小汉,1993;李曰俊等,1994;高俊等,1994; 2006;汤耀庆等,1995)。库米什蓝片岩位于南天山东段,是高俊等于 1991年在库米什镇南的铜花山发现的(高俊等,1994;汤耀庆等,1995)。

阿克苏蓝片岩是南天山山脉另一著名的蓝片岩,曾被誉为"世界上保存最好的前寒武纪蓝片岩"(肖序常等,1990)。但是,阿克苏蓝片岩是元古代罗迪尼亚超大陆增生过程的产物,它发育于阿克苏群中,是塔里木前寒武纪基底的一部分,与古生代南天山洋的形成和演化无关,同样也就与南天山(蛇绿)混杂带无关,所以,这里不予讨论。

库米什蓝片岩与汗腾格里峰-科克苏河蓝片岩带是否相连为同一高压变质带?其它蛇绿岩或其它地区是否发育更多的蓝片岩?这些都尚需进一步工作。可以肯定地是,汗腾格里峰-科克苏河蓝片岩带和库米什蓝片岩的发现,证明南天山(蛇绿)混杂带存在相当规模的洋壳俯冲过程。

2.4 南天山(蛇绿)混杂带内岩石普遍遭受强烈的剪切变形

南天山混杂带中的各岩石地层单位之间基本上都是断层接触关系,内部也发育断层和褶皱,高压-超高压变质带、韧性剪切带的发育是强烈构造变形的典型代表;别叠里山口剖面和库车河剖面等很多地方可以见到岩石的紧闭褶皱和冲断,而且,构造变形的指向构造多指示由南天山向塔里木的冲断推覆,显示南天山古洋壳向北俯冲-增生楔向南增生的过程。强烈的构造变形致使南天山(蛇绿)混杂带中的铅中生代岩石地层单元多已无法恢复完整的原始沉积地层剖面。

3 南天山古洋盆为一广阔大洋

南天山洋的性质可能为一广阔大洋(郝杰和刘小汉,1993;李曰俊等,1994, 2001;卢华复等,1996; Li et al, 2001, 2002, 2005)、有限洋盆(王作勋等,1990;肖序常和汤耀庆, 1992)或弧后洋盆(高长林等, 1995;郭召杰等, 1993;董云鹏等, 2005)。

卢华复等(1996)估算,南天山古洋盆在奥陶纪就已经达到约 6000km宽,该古洋盆是一个广阔的大洋。

南天山(蛇绿)混杂带的主体是南天山洋向中天山岛弧之下俯冲消减过程中形成的增生杂岩(Li et al, 2001, 2002, 2005)。如此宽大的增生楔的存在,是无法用弧后盆地的消减来解释的,只有一个广阔的大洋的消减-闭合才可能形成如此宽大的增生楔。

古生物地理资料(孙佰年和沈光隆,1991)告诉我们,南天山是一个大的古生物地理分界,安哥拉植物群仅分布在南天山洋以北。

南天山蛇绿岩的地球化学分析结果表明,既有洋中脊成因的蛇绿岩,又有岛弧成因的蛇绿岩(汤耀庆等,1995;卢华复等,1996),显示出成熟大洋盆地的特征。

总之,南天山古洋盆是一个广阔的大洋。虽然中天山具有岛弧性质,但是,那是西伯利亚大陆南缘的前缘弧,而不是塔里木北缘的岛弧,所以不能作为南天山古洋盆是弧后盆地的证据。

4 南天山的碰撞造山作用发生于二叠纪末-三叠纪初

大陆造山带的碰撞造山作用发生的时间,可以通过混杂带中大洋岩石圈火成岩块的最小年龄、混杂带中深海沉积物的最年轻的生物年代、大洋岩石圈消减过程中形成的高压超高压变质岩的最小年龄、岩浆弧活动时期最后的火山岩的地层时代或同位素年龄、前陆褶皱冲断带中被动大陆边缘最年轻的海相沉积的时代来限定碰撞造山的时代下限,通过推覆与冲断构造变形作用的时代、磨拉石盆地沉积物提供的时代、被动边缘盖层俯冲变质作用的年龄、韧性剪切带的重结晶作用的时代、剪切重熔混合岩和重熔花岗岩的年

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

龄、垂直造山带走向张性裂隙充填脉的年龄和两个陆块古地磁极移曲线变汇点的时代来限定碰撞造山的时代上限(李继亮等, 1999)。

在这些时代标志中,蛇绿岩、高压 -超高压变质岩和弧岩浆岩的研究最容易获得较可信的同位素年龄,放射虫是蛇绿混杂带中最具代表性的远洋微体古生物,因而,地质学家经常根据这 4个方面的研究成果讨论大陆造山带碰撞造山的时代。这里,我们有必要特别强调:对这 4个方面(甚至目前所用的判定碰撞造山时代的方法)所获得的年代/年龄都不是直接的碰撞造山的时代,而只是碰撞造山的时代上限或下限。

蛇绿岩的年龄给出的是它所代表的大洋岩石圈形成的时代,说明此时大洋岩石圈还在不断形成,碰撞造山作用还远没有发生;即使是造山带中找到的最年轻的蛇绿岩块,也明显比碰撞造山的时代早。蓝片岩等高压 -低温变质岩是古洋壳俯冲 -消减的记录,其年龄给出的时洋壳俯冲的年龄,而不是碰撞造山的年龄;碰撞造山的时代要晚于我们在造山带中所能找到的最新高压 -低温变质岩/带。弧岩浆岩(带)代表的是高温 -低压变质带,经常与高压 -低温变质岩成对产出,相似的原因,弧岩浆岩发育的时候,碰撞造山作用尚未发生;弧岩浆岩的年龄给出的也是碰撞造山时代的下限。放射虫是典型的远洋生物,它的存在是古洋盆存在的重要证据,说明当时古洋盆尚有相当的规模,多数情况下,放射虫动物群的时代早于碰撞造山的时代,即使在残余洋盆的情况下,放射虫动物群的时代也与碰撞造山作用的时代大致相当,所以说,大陆造山带所能找到的最年轻的放射虫动物群的时代≥碰撞造山作用的时代。

总之,大陆造山带碰撞造山时代的确定,是一个很复杂的课题,除上述 4个方面,地层和构造变形等也应该十分重视。最老前陆盆地沉积和最新古洋盆沉积分别是碰撞造山时代的上、下限;卷入碰撞造山作用构造变形的最高层位地层的时代是判定碰撞造山时代的一个重要的证据。

关于南天山碰撞造山的时间有多种不同的认识,归纳主要有如下几种: ①早 -中泥盆世(王作勋等, 1990); ②晚泥盆世 -早石炭世(Allen et al, 1992; 高俊等, 1994); ③晚泥盆世 -石炭纪(高长林等, 1995); ④晚泥盆世 -早二叠世(田作基, 1995; 卢华复等, 1996); ⑤晚石炭世 -早二叠世(郝杰和刘小汉, 1993;李曰俊等, 1994); ⑥印支期(二叠纪末 -三叠纪初,或三叠纪)(李曰俊等, 2000, 2001, 2004; Brookfield, 2000; Li et al, 2001, 2002, 2005;张立飞等, 2005)。我们认为,南天山碰撞造山作用发生于二叠纪末 -三叠纪初,依据如下:

第一,放射虫化石资料证明,南天山碰撞造山不早于晚二叠世。

南天山已经发现众多的放射虫化石点,获得了大量的放射虫化石资料。库勒湖蛇绿混杂带的硅质岩中获大量 D_2-C_1的放射虫化石(汤耀庆等, 1995);黑英山阿尔腾卡什组硅质岩中大量早石炭世放射虫化石(Liu, 2001);南天山西段艾克提克群发现晚二叠世放射虫化石(存疑),以及早石炭世早期和晚期两个放射虫化石组合(李曰俊等, 2002; Li et al, 2002);乌帕塔尔坎群发现早石炭世早期和晚二叠世两个放射虫化石组合(李曰俊等, 2004; Li et al, 2005);温宿县库尔干地区三叠系克拉玛依组底部的厚 -块层状砾岩的硅岩砾石中发现早石炭世早期和中 -晚二叠世两个放射虫组合(李曰俊等, 2004; Li et al, 2001);库尔勒地区发现早石炭世放射虫化石组合(李曰俊等,待刊)。

总之,南天山已知的放射虫化石年代为 D_2-P_3,以 C_1的发射虫化石最发育, P_3 的发射虫化石最年轻。据此,南天山碰撞造山不早于晚二叠世(比较合理的解释是二叠纪末或稍晚)。

第二,蛇绿岩同位素定年证明,南天山碰撞造山晚于早石炭世。

南天山蛇绿岩获得代表性同位素年龄数据包括:长阿吾子辉长岩辉石 Ar-Ar坪年龄 493Ma(郝杰和刘小汉, 1993)、达鲁巴依辉长岩锆石 Pb-Pb年龄 590～600Ma(杨海波等, 2005)、黑英山蛇绿岩中斜长角闪岩角闪石 Ar-Ar坪年龄 420Ma、仓格洛马克约里蛇绿岩中斜长角闪岩角闪石 Ar-Ar坪年龄 430Ma(刘本培等, 1996)、库勒湖枕状熔岩锆石 Pb-Pb年龄 425Ma(龙灵利等, 2006)、欧西达坂辉石闪长岩斜长石 Ar-Ar坪年龄 331Ma(王学潮等, 1995)、古洛沟蛇绿岩中斜长花岗岩 Rb-Sr等时线年龄 358±15Ma(新疆区调队, 1992。转引自高俊等, 2006)、榆树构蛇绿混杂岩中麻粒岩锆石的核部 SHRMP U-Pb年龄 452(640Ma(周鼎武等, 2004)、锆石 U-Pb年龄 440Ma(王润三等, 1998)等。

根据这些同位素你年代学资料,南天山洋盆在晚前寒武纪就已经开始形成,并至少延续到早石炭世;碰撞造山事件发生于早石炭世之后。

第三,高压 -超高压变质年龄资料

哈尔克山北坡高压变质带中,含绿辉石榴黝帘

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

蓝闪石岩的蓝闪石 Ar-Ar坪年龄 345Ma,石榴黝帘蓝闪白云母片岩的白云母 Ar-Ar坪年龄 334Ma,含方解石榴蓝闪白云母钠长片岩的白云母 Ar-Ar坪年龄 317Ma,石榴白云母黝帘蓝闪石岩的白云母 Ar-Ar坪年龄 310Ma。蓝闪石的坪年龄与榴辉岩 Sm-Nd等时线年龄 343 ±44Ma(绿辉石 - 蓝闪石 - 石榴石 - 全岩)和 346 ±3Ma(石榴石 - 蓝闪石)(Gao and Klemd, 2003)一致。此外,长阿吾子石榴白云蓝闪石英片岩中蓝闪石的 Ar-Ar坪年龄为 350.89 ±1.96 Ma(肖序常和汤耀庆,1992);科克苏蓝片岩蓝闪石 Ar-Ar坪年龄 314.87 ±1.93Ma,多硅白云母 Ar-Ar坪年龄 345.39 ±6.51Ma(汤耀庆等,1995);穹库什太蓝片岩多硅白云母 Ar-Ar坪年龄 415Ma(汤耀庆等,1995)、阿克牙子河蓝片岩蓝闪石 Ar-Ar坪年龄 401～344Ma(高俊等,2000)、多硅白云母 Ar-Ar坪年龄 381～331Ma(高俊等,2000)。榆树沟麻粒岩锆石边部获得 SHRIMP U-Pb年龄 390～392Ma(周鼎武等,2004)、库米什铜花山蓝片岩获蓝闪石 Ar-Ar坪年龄 360Ma(刘斌和钱一雄,2003)。

蓝片岩通常被视作古洋壳消减带的标志。根据上述高压变质带的同位素年代学资料可以认为,古南天山洋盆至少泥盆纪 - 石炭纪存在洋壳的俯冲。

第四,中天山弧岩浆岩的时代

中天山的石炭系大哈拉军山组等火山岩具有岛弧型火山岩的岩石组合特征和地球化学研究特征,锆石 SHRIMP U-Pb年龄 354～313Ma(朱永峰等,2005);高压变质带北侧的高温变质带中麻粒岩锆石 SHRIMP U-Pb年龄 290～280Ma(李强和张立飞,2004)。说明,中天山岛弧起码在石炭纪 - 早二叠世存在岩浆弧,同时佐证了该时期洋壳俯冲作用的存在。

第五,前陆盆地沉积证明南天山洋的闭合早于早三叠世中期。

最早的周缘前陆盆地沉积限定了碰撞造山作用的上限。南天山山前的三叠系已经被公认为南天山碰撞造山带周缘前陆盆地沉积,其底部的俄霍布拉克组主要是由砾岩夹砂岩组成的粗碎屑岩,不整合于下伏地层之上,是库车周缘前陆盆地沉积的底砾岩。南天山的碰撞造山作用在俄霍布拉克组沉积之前就已经开始了。

5 南天山造山带的构造演化过程

南天山造山带是古南天山洋盆消减 - 闭合,中天山岛弧与塔里木板块碰撞过程中所形成的一条造山带。其古生代属于南天山洋演化阶段,二叠纪末 - 三叠纪初开始碰撞造山,中生代 - 新生代早期属于碰撞造山 - 周缘前陆盆地演化阶段,新生代晚期为陆内造山 - 陆内前陆盆地阶段。

晚前寒武纪,罗迪尼亚超大陆发生裂解作用,塔里木古陆和伊宁地块在此过程中被逐渐分离出来;几乎同时,两者之间也发生着裂解作用,它们之间的南天山古洋盆是在这一裂解作用过程中形成的。

南天山古洋盆自晚前寒武纪末开始形成,由早古生代早期的有限洋盆演变为早古生代晚期 - 晚古生代早期的广阔大洋(奥陶纪,南天山洋就已经扩张为一宽约 6000km的广阔大洋)。

志留纪 - 二叠纪(图 3A),南天山古洋盆开始向伊犁 - 中天山岛弧之下俯冲消减,形成了汗藤格里峰 - 科克苏河蓝片岩带。洋壳俯冲消减的高峰发生于泥盆 - 石炭纪,伊犁 - 中天山岛弧上发育有典型的岛弧型火山 - 沉积建造。洋壳俯冲消减过程中,在伊犁 - 中天山岛弧南缘形成了哈尔克山增生楔(增生弧)。南天山古洋盆的南缘(塔里木古陆北缘)则属于被动大陆边缘性质。库车地区上二叠统比尤包谷孜群中安加拉植物群的出现,合理的解释是:(1)该地区的比尤包谷孜群沉积于南天山增生楔之上;(2)晚二叠世南天山洋已经是闭合前规模不大的残余洋盆,中天山和塔里木已经很靠近,南天山洋已经不能起到大的古生物地理分隔作用。

二叠纪末 - 三叠纪初(图 3B),南天山古洋盆的闭合,中天山与塔里木碰撞造山。这是南天山碰撞造山带及其南缘(塔里木北部)的周缘前陆盆地形成和演化的起始时间。由于古陆块边缘轮廓并非直线状,而且即使两个陆块都存在直线状边缘,两个边缘也不可能完全平行碰撞,因而,陆块 - 陆块拼接的起始时间在整个南天山造山带自东到西可能不完全一致,东段的碰撞造山可能略早。

中天山岛弧与塔里木古陆开始碰撞造山,塔里木板块北缘由被动大陆边缘演化阶段进入周缘前陆盆地发育阶段,接受了中生代前陆盆地沉积。这是一套陆相含煤磨拉石建造。露头主要出露在“北部单斜带”,向西见于库尔干地区(已属于天山山脉)。露头上看,本地区中生代沉积在横向上有一定的差异变化,但是总体上差别不大,剖面结构和沉积组合都基本一致,属于同一盆地的沉积。当时,塔北隆起处于该前陆盆地的前隆位置,岩石圈的挠曲隆升,致使这里的前寒武纪基底和古 - 中生代沉积盖层一起

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

抬升,因此大部分地区中生代地层缺失,核心部位甚至前中生代地层也遭到剥蚀(图 3C)。

对于库车前陆盆地,三叠 - 侏罗纪,前陆盆地前渊带沉积中心位于库车坳陷的北部边缘,接受河湖相沉积。其北迅速进入楔顶沉积带,主要接受山麓冲积扇 - 辫状河 - 河流三角洲沉积。前渊带沉积向前隆方向逐渐尖灭,整个沉积提在剖面上呈北厚南薄的楔形体。

白垩系平行不整合 - 低角度不整合于侏罗系之上,前渊带沉积中心相对三叠 - 侏罗系向南有所迁移。不断的沉积充填致使盆地水体变浅,以冲积扇 - 辫状河(三角洲) - 滨 /浅湖相沉积为主。晚白垩世,库车地区曾发生整体抬升,造成上白垩统的大面积缺失。

古近纪,构造稳定,是周缘前陆盆地向陆内前陆盆地转化的过渡阶段。

新近纪 - 第四纪,马拉雅造山作用的远程效应,导致亚洲大陆发生陆内挤压和侧向构造逃逸作用。天山造山带在此过程中重新活动,发生陆内造山作用。伴随该陆内造山作用,塔里木盆地北部在中生代周缘前陆盆地基础上发育新生代新 /再生 陆内前陆盆地。天山造山带的造山楔在陆内造山过程中向塔里木克拉通方向发展,同时,中生代周缘前陆盆地的楔顶带和前渊带的很大一部分被破坏,新生代再生前陆盆地的各沉积带(depozone)相对南移(图 3D)。库车地区在晚第三纪沉降速率显著加大,至库车期,沉积速率达到最大。库车组沉积速率可达 1200m /ma以上,康村组达 350m /ma以上。反映自晚第三纪库车地区隆、坳地形差加大,快速沉积、快速充填的特征。

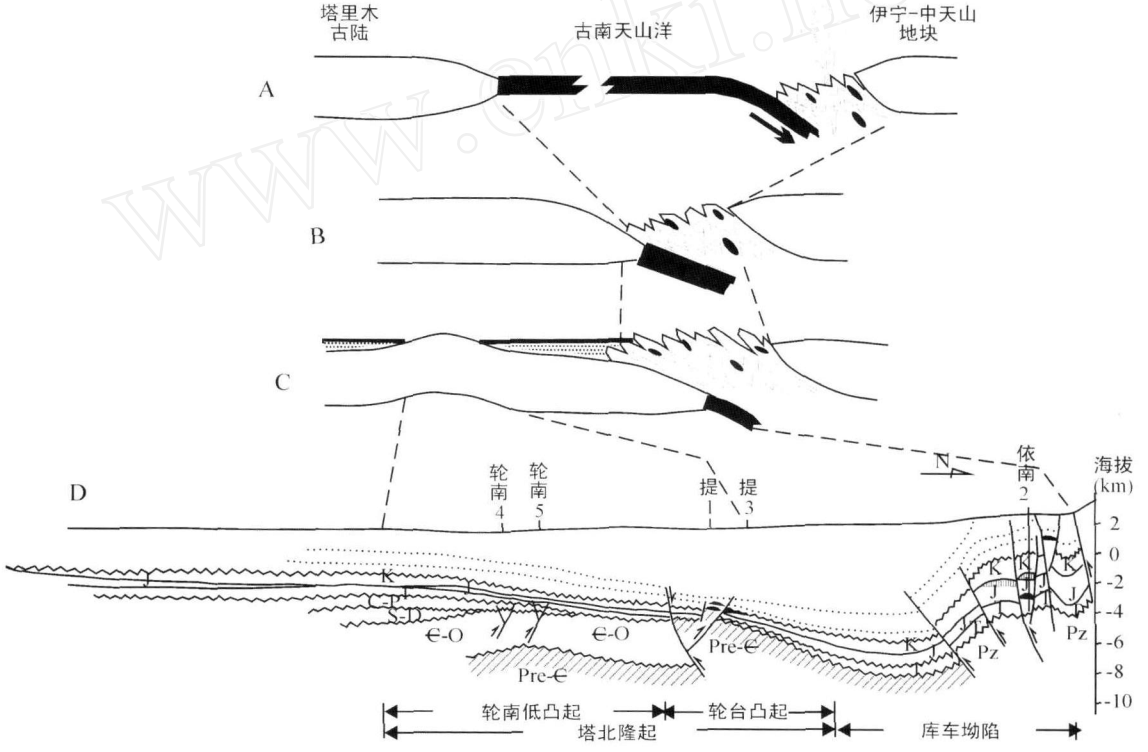


图 3　南天山 - 塔里木盆地北部构造演化剖面示意图

Fig. 3　Schematic profile map showing the tectonic development in Chinese South Tianshan, northern Tarim basin

参考文献 (References) :

陈哲夫, 成守德, 梁云海, 徐新. 1997. 新疆开合构造与成矿. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社.

陈哲夫, 梁云海. 1991. 新疆多旋回构造与板块运动. 新疆地质, 9(2): 95 - 107.

陈哲夫, 吴乃元. 1985. 中国新疆维吾尔自治区地质图及说明书 (1∶200万). 北京:地质出版社.

程日辉,王璞 2,孙晓猛,白云风. 2006. 库鲁克塔格地区奥陶系层序地层与海平面变化. 大地构造与成矿学, 30(3): 283 - 293.

董云鹏,周鼎武,张国伟,张成立,夏林析,徐学义,李向民. 2005. 中天山乌瓦门蛇绿岩形成构造环境. 岩石学报, 21(1): 37 - 44.

高长林,崔可锐,钱一雄,刘斌,丁道桂,殷勇. 1995. 天山微板块构造与塔北盆地. 北京:地质出版社.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

高俊, 肖序常, 汤耀庆, 赵民, 王军, 吴汉泉. 1993. 南天山库米什蓝片岩的发现及其大地构造意义. 中国区域地质, (3): 240 - 245.

高俊,龙灵利,钱青,黄德志,苏文. 2006. 南天山:晚古生代还是三叠纪碰撞造山带. 岩石学报, 22 (5): 1049 - 1061.

高俊,肖序常,汤耀庆,赵民,王军. 1994. 南天山蓝片岩的变质作用 *PTD*-轨迹及构造演化. 地质论评, 40 (6): 544 - 553.

高俊,张立飞,刘圣伟. 2000. 西天山蓝片岩榴辉岩形成和抬升的 $^{40}Ar/^{39}Ar$年龄记录. 科学通报, 45: 89 - 94.

高俊. 1997. 西南天山榴辉岩的发现及其大地构造意义. 科学通报, 42 (7): 737 - 740.

龚福华,李曰俊,王清华,胡世玲,黄智斌,罗俊成. 2003. 南天山西段古生代火山岩 Ar-Ar年龄新资料. 高校地质学报, 9 (3): 494 - 498.

郭召杰,马瑞士,郭令智,施央申. 1993. 新疆东部三条蛇绿混杂岩的比较研究. 地质论评, 39 (3): 236 - 247.

郝杰, 刘小汉. 1993. 南天山蛇绿混杂岩形成时代及其大地构造意义. 地质科学, 28 (1): 93 - 95.

何国琦, 李茂松, 刘德权, 唐延龄, 周汝洪. 1994. 中国新疆古生代地壳演化及成矿. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社. 香港: 香港文化教育出版社.

黄汲清,姜春发,王作勋. 1990. 新疆及邻区板块开合构造及手风琴式运动. 新疆地质科学, (1): 3 - 16.

姜常义,吴文奎,李良辰. 2001. 南天山东段显生宙构造演化. 北京:地质出版社, 1 - 160.

金文正, 汤良杰, 王清华,余一欣,万桂梅,杨文静,彭更新, 雷刚林. 2007. 库车前陆盆地东秋里塔格构造带构造分段特征. 大地构造与成矿学, 31 (3): 300 - 307.

李春昱,王荃,刘雪亚,汤耀庆. 1982. 亚洲大地构造图说明书. 北京:地图出版社.

李继亮,孙枢,郝杰,陈海私,侯泉林,肖文交,吴继敏. 1999. 碰撞造山带的碰撞事件时限的确定. 岩石学报, 15 (2): 315 - 320.

李强,张立飞. 2004. 西南天山木札尔特一带低压麻粒岩相变质作用 *PT*轨迹及其地质意义. 岩石学报, 20 (3): 583 - 594.

李曰俊,吴锡丹,可加勇. 1994. 西南天山区域大地构造格局与金矿成矿规律. 黄金地质科技, (1): 11 - 15.

李曰俊,王招明,周黎霞. 2000. 塔里木盆地西北部乌什地区构造单元划分和盆山耦合关系. 见:王福同主编,第四届天山地质矿产资源学术讨论会论文集. 乌鲁木齐:新疆人民出版社, 27 - 30.

李曰俊,宋文杰,买光荣,周黎霞,胡剑风,尚新路. 2001. 库车前陆盆地、北塔里木前陆盆地及其与南天山造山带的耦合关系. 新疆石油地质, 22 (5): 376 - 381.

李曰俊,王招明,买光荣,吴浩若,黄智斌,谭泽金. 2002. 塔里木盆地艾克提克群中放射虫化石及其意义. 新疆石油地质, 23 (6): 496 - 500.

李曰俊,孙龙德,吴浩若,张光亚,王国林,黄智斌. 2004. 南天山西段库尔干地区三叠纪砾岩的硅岩砾石中发现放射虫化石. 地质科学, 39 (2): 153 - 158.

李曰俊,孙龙德,吴浩若,王国林,杨朝世,彭更新. 2005. 南天山西端乌帕塔尔坎群发现石炭 - 二叠纪放射虫化石. 地质科学, 40 (2): 220 - 226.

李曰俊,赵岩,吴浩若,黄智斌,谭则金,刘亚雷. 塔里木盆地东北缘兴地塔格群中发现石炭纪放射虫化石. 地质科学 (出版中)

廖卓庭,王克良,周宇星. 1990. 铁门关变质岩中早石炭世生物化石的发现及其地质意义. 新疆地质科学, (1): 103 - 107.

刘本培, 王自强, 张传恒. 1996. 西南天山构造格局与演化. 武汉: 中国地质大学出版社, 1 - 120.

刘斌,钱一雄. 2003. 东天山三条高压变质带地质特征和流体作用. 岩石学报, 19: 283 - 296.

刘羽,王乃文,姚建新. 1994. 新疆库车地区放射虫新资料及其地质意义. 新疆地质, 12 (4): 344 - 350.

龙灵利,高俊,熊贤明,钱青. 2006. 南天山库勒湖蛇绿岩地球化学特征及其年龄. 岩石学报, 22 (1): 65 - 73.

卢华复,贾东,蔡东升,吴世敏. 1996. 塔里木与西天山板块构造演化. 见:童晓克,梁狄刚,贾承造主编. 塔里木盆地石油地质研究新进展. 北京:科学出版社, 235 - 245.

马华东, 贺卫东, 涂其军, 陈静, 曹福根, 任燕. 2008. 新疆东天山地区塔水河韧性剪切带特征. 大地构造与成矿学, 32 (1): 1 - 10.

任纪舜, 姜春发, 张正坤, 秦德余. 1980. 中国大地构造及其演化. 北京科学出版社, 1 - 124.

舒良树, Charvet J, 卢华复, Laurent S C. 2002. 中国中南天山造山带东段古生代增生 - 碰撞事件和韧性变形的运动学. 地质学报, 76 (3): 298.

舒良树,王博,朱文斌. 2007. 南天山蛇绿混杂岩中放射虫化石的时代及其构造意义. 地质学报, 81 (9): 1161 - 1168.

孙佰年,沈光隆. 1991. 塔里木盆地北缘二叠纪植物地理区系探讨. 见:中国塔里木盆地北部油气地质研究 (第一辑). 武汉:中国地质大学出版社, 186 - 193.

孙龙德,李曰俊,宋文杰,田作基,王国林,邬光辉. 2002. 塔里木盆地北部构造与油气分布规律. 地质科学, 37 (增刊): 1 - 13.

汤耀庆, 高俊, 赵民, 李锦轶, 王军. 1995. 西南天山蛇绿岩和蓝片岩. 北京:地质出版社, 133.

田作基. 1995. 南天山造山带和塔北前陆盆地构造样式及油气远景. 成都:成都科技大学出版社, 1 - 126.

王润三,王焰,李惠民. 1998. 南天山榆树沟高压麻粒岩地体锆石 U-Pb定年及其地质意义. 地球化学, 27 (6): 522 -

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

527.

王学朝,何国琦,李茂松,高俊,陆书宁. 1995. 南天山南缘蛇绿岩岩石化学特征及同位素年龄. 河北地质学院学报, 18(4): 295 - 302.

王作勋,邬继易,刘成德,吕喜朝,张经国. 1990. 天山多旋回构造演化与成矿. 北京:科学出版社, 1 - 217.

肖序常,格雷厄姆 S A,卡罗尔 A R. 1990. 中国西部元古代蓝片岩 -世界上保存最好的前寒武纪蓝片岩. 新疆地质, 8(1): 12 - 21.

肖序常,汤耀庆. 1992. 新疆北部及其邻区大地构造. 北京: 地质出版社.

新疆地质矿产局. 1993. 新疆维吾尔自治区区域地质志. 北京:地质出版社, 1 - 841.

熊纪斌, 王务严. 1986. 前震旦系阿克苏群的初步研究. 新疆地质, 4(4): 33 - 46.

杨海波,高鹏,李兵,张勤军. 2005. 新疆西天山达鲁巴依蛇绿岩地质特征. 新疆地质, 23(2): 123 - 126.

张弛. 1981. 新疆蛇绿岩某些地质特征. 地质论评, 27(4): 307 - 314.

张立飞,艾永亮,李强,李旭平,宋述光,魏春景. 2005. 新疆西南天山超高压变质带的形成与演化. 岩石学报, 21(4): 1029 - 1038.

张良臣, 吴乃元. 1985. 天山地质构造及发展史. 新疆地质, 3 (3) : 1 - 14.

赵光玉,李向东. 1998. 南天山造山带志留 -泥盆纪盆地恢复与构造旋回地层学初探. 新疆地质, 16(4): 299 - 306.

周鼎武,苏犁,简平,王润三,柳小明,陆关祥,王居里. 2004. 南天山榆树沟蛇绿岩地体中高压麻粒岩锆石 U-Pb年龄及构造意义. 科学通报, 49(14): 1411 - 1415.

周洪瑞,张传恒,王自强,王家生. 1998. 南天山造山带综合地层学研究. 新疆地质, 16(4): 291 - 298.

周新源,李曰俊,王招明,李宇平,罗俊成,张博. 2002. 塔里木盆地西北缘乌什南上奥陶统 -下志留统沉积构造背景初探. 地质科学, 37(增刊): 57 - 63.

朱永峰,张立飞,古丽冰,郭璇,周晶. 2005. 西天山石炭纪火山岩年代学及其微量元素地球化学研究. 科学通报, 50(18): 2004 - 2014.

Allen M B, Windley B F and Zhang C. 1992. Paleozoic collisional tectonics and magamatism of Chinese Tienshan, Central Asia. *Tectonophysics*, 220: 89 - 115.

Brookfield M E. 2000. Geological development and Phanerozoic crustal accretion in the western segment of the southern Tien Shan (Kyrgystan, Uzbekistan and Tagikistan). *Tectonophysics*, 328: 1 - 14.

Bullen M E, Burbank D W and Garver J I. 2001. Late Cenozoic tectonic evolution of the northwestern Tien Shan: New age estimates for the initiation of mountain building. *DSR Bulletin*, 113(12): 1544 - 1559.

Chen C, Lu H and Jia D. 1999. Closing history of the southern Tianshan oceanic basin, western China: An oblique collisional orogeny. *Tectonophysics*, 302(1 - 2): 23 - 40.

Gao J and Klemd R. 2003. Formation of HP-LT rocks and their tectonic implications in the western Tianshan Orogen, NW China: Geochemical and age constraints. *Lithos*, 66: 1 - 22.

Hsu K J, Yao Y, Hao J, Hsu P, Li J and Wang O. 1994. Origin of Chinese Tianshan by arc-arc collisions. *Eclogae Gol Helv*, 87(1): 65 - 292.

Laurent-Charvet S, Charvet J, Shu L S, Ma R S and Lu H F. 2002. Paleozoic late collisional strikeslip deformations in Tianshan and Altay, Eastern Xinjiang, NW China. *Terra Nova*, 14: 245 - 256.

Li Yuejun, Li Yuping, Wu Haoruo, Hu Jianfeng, Su Yushan and Huang Zhibin. 2001. Radiolarian fossils discovered from the chert gravels of Triassic conglomerate at the NW margin of Tarim basin, NW China, and discussions. *Sciencia Geologica Sinica*, 10(4): 275 - 282.

Li Yuejun, Wang Zhaoming, Wu Haoruo, Huang Zhibin, Tan Zejin and Luo Juncheng. 2002. New discovery of radiolarian fossils from Aktik Group in Southern Tianshan. *Acta Geologica Sinica*, 76(2): 146 - 154.

Li Yuejun, Sun Longde, Wu Haoruo, Zhang Guangya, Wang Guolin and Huang Zhibin. 2005. Permo-Carboniferous radiolarian fossils found from Wupatarkan Group in the western end of Chinese South Tianshan. *Acta Geologica Sinica*, 79(1): 16 - 23.

Liu Yu. 2001. Early Carboniferous radiolarian fauna from Heiyingshan South of the Tianshan Mountains and its geotectonic significance. *Acta Geologica Sinica*, 75 (1) : 101 - 108.

Liu Yu and Hao Shougang. 2006. Evolutionary significance of pylentonemid radiolarians and their Late Devonian species from southwestern Tianshan, China. *Acta Geologica Sinica*, 80 (5) : 647 - 655.

Lu H, Howell D G and Jia D. 1994. Rejuvenation of the Kuqa foreland basin, northern flank of the Tarim basin, northwest China. *International Goel Rev*, 36, 1151 - 1158.

Sengor A M C, Natal'in B A and Burtman V S. 1993. Evolution of the Altaid tectonic collage and Paleozoic crustal growth in Eurasia. *Nature*, 364: 299 - 307.

Suess E. 1904-1909. The Face of the Earth. Transtated by Hertha B C. From DasAntlitz der Erde, 1904-1924. Oxford, at the Clarendon Press. Vol 5, 2238pp, 168 figs, 18pls.

Yin A, Nie S, Craig P and Harrison T M. 1998. Late Cenozoic tectonic evolution of the South Chinese Tian Shan. *Tectonics*, 17(1): 1 - 27.

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

Tectonic Framework and Evolution of South Tianshan, NW China

LI Yuejun[1], YANG Haijun[2], ZHAO Yan[1], LUO Juncheng[2], ZHENG Duoming[2] and LIU Yalei[1]

(1. *Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing* 100029, *China;* 2. *Tarim Oilfield Company, PetroChina, Korla* 841000, *Xinjiang, China*)

Abstract: Chinese South Tianshan (South Tianshan for short) orogen between Tarim and Chinese Middle Tianshan (Middle Tianshan for short) has undergone complicate tectonic evolution, especially, the fore-arc accretion during the oceanic crust subduction of the ancient South Tianshan ocean under the Middle Tianshan volcanic arc. Traditionally, South Tianshan has been considered as a Hercynian fold belt, and mostly as the passive margin of Tarim. We summarize and discuss the data of radiolarian fossil, ophiolite (mélange), high-pressure metamorphic belt, stratigraphy, deposits in the peripheral foreland basin and deformation in South Tianshan. The results indicate that: (1) The major part of South Tianshan is a large (ophiolite) mélange with over 100km in width, which comprises dominantly of the accretionary wedge and also some collision complex; (2) South Tianshan is an Indo-Sinian orogen derived from the collision between Tarim and Middle Tianshan in the late Permian-Early Triassic; (3) Middle Tianshan overthrusted onto the northern margin of Trim and formed Kuqia peripheral foreland basin during the collision; (4) The ancient South Tianshan Ocean is a vast oceanic basin; (5) Middle Tianshan is the front volcanic arc of South Siberian archipelago; (6) Northern Tarim crust subducted intra-continently under Middle Tianshan in the N-Q, and formed the Northern Tarim neo-foreland basin; (7) Kuqia peripheral foreland basin and Northern Tarim Neo-foreland basin constitute a dual foreland basin of a continental collision orogen.

Keywords: Chinese South Tianshan; (ophiolite) mélange; accretionary wedge; radiolarian fossils

© 1994-2009 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net